



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 196 12 800 A 1**

⑤1 Int.-Cl.<sup>6</sup>:  
**F 17 D 5/02**  
G 01 M 3/18

②1 Aktenzeichen: 196 12 800.5  
②2 Anmeldetag: 31. 3. 96  
④3 Offenlegungstag: 2. 10. 97

DE 196 12 800 A 1

⑦1 Anmelder:  
Rammner, Rudolf J., Dipl.-Geophys., 35641  
Schöffengrund, DE

⑦2 Erfinder:  
gleich Anmelder

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Detektierung und Interpretation von Leckagen in leeren nichtmetallinen Rohrleitungen mithilfe elektrischer Leitfähigkeits-Messungen von mit Druckstrahlen hinter die Leckagen injizierten Flüssigkeitsmengen

⑤7 Zur Leckerkundung in Abwasserkanälen wird eine Vielzahl von Vorschlägen genannt. Die Hauptgruppen sind:

- optisch (Kanal-TV),
- akustisch (Schall, Ultraschall),
- chemisch (Migration spezieller Gase durchs Erdreich nach übertage),

- Dichtheitskontrolle durch Wasser- oder Luftentweichen,  
- konduktiv-elektrisch (mit Stromgeberemission im gefüllten Kanal nach außen zur Fernerde durchs Leck hindurch).  
Kaum aber sind Vorschläge vorhanden, über einen im ansonsten leeren Kanal erzeugten und flächendeckend gegen die zu untersuchenden Rohrrinnenwände geschleuderten Wasserstrahl, dem gleichzeitig ein elektrischer Strom aufgeprägt wird, die Durchlässigkeit dieses Stromes durch Lecks gegen eine Fernerde zu messen.

Letzteres wird nun erfindungsgemäß erweitert, indem der Wasserstrahl mit einem definierten Druck emittiert wird und die außerhalb der Rohre an den Lecks entstehenden strahlendruckabhängigen Injektionszonen wegen der dortigen Flüssigkeitsanreicherung im Porenraum über die Verringerung des elektrischen Widerstandes zwischen Erzeugerstrahl und Fernerde zur quantifizierbaren Ermittlung der ausgetretenen Wassermengen verwendet werden.

Im Zuge dieses Injektionsverfahrens lassen sich gleichzeitig andere Effekte ausnutzen wie etwa die Auftreffgeräusche des Wasserstrahls zur Erkennung von Wand-Störstellen.

DE 196 12 800 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 97 702 040/501

1/23

Die Erfindung dient der Erfassung von Schadstellen in nichtmetallischen (oder auch von innen und außen mit Isolierstoff überzogenen metallischen) Rohrleitungen, wobei die Untersuchung unter der Bedingung des Nichtgefülltseins der Leitung durchgeführt wird.

Voraussetzung ist noch, daß die Rohre übererdet oder in Kiessandschüttungen eingebettet sind, womit die Möglichkeit der elektrischen Ankopplung einer Fern-  
 10 erde gegeben ist.

Insonderheit dient die Erfindung der Leckage-Erfassung bei bereits länger verlegten Abwasserkanal-Rohren, wobei die Lage des Grundwasserspiegels relativ zu den Rohren weitgehend unerheblich ist; es lassen sich also die negativen Folgen von Leckagen sowohl für Exfiltrationen als auch für Infiltrationen gleichermaßen durch die Untersuchungen offenbaren.

Erfindungsgemäß wird eine Flüssigkeit in Form eines (Salz-) Wasserstrahls (FL) vom Innern des Rohres über eine Düse (D) gegen die Rohrwandungen gespritzt und gleichzeitig als Träger eines elektrischen Stromes verwendet, der bei beschädigten Rohrwand-Stellen vom Wasserstrahl aus durch die Lecks hindurch über das Erdreich oder die Kiessandschüttung zur Fernerde (FE) läuft und in seiner Stärke in einer übertage befindlichen elektrischen Einrichtung (EL) registriert wird. Beim Vorhandensein eines angestrahnten Lecks steigt die Stromstärke in Abhängigkeit der Leckgröße und der Umgebungsporeabilität für Wasser an. Der Strom wird über ein Kabel in der Signalleitung (SIG) der Düse zugeführt, die zweckmäßigerweise in die Schlauchleitung (SCHL) für die Salzwasserzuführung integriert ist. Am Schacht wird der Schlauch über eine Umlenkrolle (UR) geführt und mit einer Schlauchtrommel (ST) verlängert  
 25 fähig oder kürzungsfähig bereitgehalten. Die Wasserzuführung (WZ) an der Trommel erfolgt über den Hydraulik-Adapter (HA), der Strom wird an der Trommel über einen Schleifkontakt (SK) abgenommen.

Damit der Zustand der gesamten Rohrleitung oder von größeren Anteilen derselben flächendeckend erfaßt werden kann, wird die an einen Schlitten mit Lage-zentralisierenden Kufen (Z) geführte Düse auf zweifache Weise bewegt. Einmal wird sie quer zur Rohrlängsrichtung um einen Drehpunkt in Rohrmitte gedreht, wodurch ein Kreisabschnitt des Rohres in die Untersuchung einbezogen ist. Zum anderen wird der Schlitten längs in Kanalrichtung langsam durch Zug am Schlauch bewegt, so daß durch die Summe der beiden Bewegungskomponenten die Rohrrinnenwand mit spiraligen Bahnen lückenlos durch die Auftreffstellen des Strahls abgescannt werden kann.

Die Ausmessung leerer Rohrleitungen mit einem Flüssigkeitsstrahl ist — soweit bekannt — nur in den Offenlegungen Dt. Patentamt DE 42 38 738 A1 (Anspruch 8) und DE 43 24 469 A1 beschrieben.

Bei der jetzt vorliegenden Erfindung wird erstmals außer der Beladung des Flüssigkeitsstrahls mit einem elektrischen Strom zusätzlich eine Drucksteuerung und eine elektrische Bewertung der hinter den Lecks entstehenden Injektionszone (IJ) vorgenommen.

Bislang wird bei übererdeten und auch älteren Rohrleitungen häufig versucht, die Leckagegefahr über Dichtheitsmessungen in Abhängigkeit von genormten Drucken von Wasser oder Luft zu erkennen. Dieses Vorgehen ist jedoch außer bei neuverlegten Rohrleitungen DIN-mäßig nicht abgesichert und auch künftig aus prinzipiellen Gründen auf sinnvolle Weise nicht nor-  
 65

mungsfähig. Es hat darüberhinaus viele Nachteile, u. a. den Mangel, daß kontinuierliche und damit erst wirtschaftliche Messungen über größere Rohrlängen etwa von den Ausmaßen einer Haltung wegen der zahlreichen Queranbindungen von Hausanschlußleitungen überhaupt nicht möglich sind, da zur Dichtung mühsam engabständige Packer zu beiden Seiten installiert werden müssen und ferner, daß je Einzeltest große Zeitspannen für die Arbeitsaufwendungen und für die Außerbetriebsetzung des Gesamtsystems erforderlich sind. Für die hier vorgeschlagene punktuelle Abtastung hingegen sind Drucknormungen (für den Wasserstrahl) aus hier nicht näher zu besprechenden Gründen eher möglich und sinnvoll, und es kann über die Option der Drucksteuerung des Flüssigkeitsstrahles eine hypothesenärmere Normierungsgrenze zwischen den Zuständen "dicht" oder "undicht" definiert werden. Querlaufende Hausanschlußleitungen behindern die Ausmessung einer Haltung überhaupt nicht mehr, insgesamt kann die Untersuchung zügig von Schacht zu Schacht kontinuierlich durchgeführt werden.

Der Aufbau der Injektionszonen hinter den Lecks besteht in einer Füllung des bis dahin Luft- oder Frischwasser-gefüllten Porenvolums der Übererdung oder der Schüttungseinbettung mit dem Salzwasser des gegen die Wand geschleuderten Strahls. Aus dem Strahldruck und dem Strahldurchmesser läßt sich unter Kenntnis der Düsenbewegung die zu erwartende Injektionsmenge berechnen. Bei einem kreisrunden Loch als Leck entsteht extern am Rohr eine Halbkugel, deren elektrischer Austrittswiderstand des Stromes in Richtung Fernerde wegen der Anszung des Wassers so gering ist, daß er gegenüber den anderen Serienwiderständen als null angesehen werden kann, so daß sich damit eine gute Möglichkeit zu einer rechnerischen Erfassung des Vorganges anbietet. Der hierzu gehörige elektrische Strom kann zur Eliminierung der unbekannten primären Anfangsbedingungen vor der Bestrahlung im zeitlichen Verlauf über seine Impulsform oder in 2 Phasen vor und nach einer gewissen Bestrahlungsdauer als Differenz gemessen werden. Mit beiden Methoden lassen sich Rückschlüsse auf die Porosität und damit die ausgetretene Wassermenge ziehen.

Damit ergibt sich die Erfindung, für die Schutz begehrt wird, aus der druckgesteuerten Leckgrößen- und Permeabilitäts-abhängigen Erzeugung einer Invasionszone im Hinblick auf deren elektrische Ausmessung zur Erkennung der Wasseraustrittsmenge, deren Umfang auch für den normalen Betrieb der Abwasserentsorgung und damit zum gesuchten Gefährdungspotential für das bei einer Kontamination in Mitleidenschaft gezogene Grundwasser korrelierbar ist.

Eine nicht unwesentliche Ergänzung und Verbesserung des Verfahrens kann damit gewonnen werden, daß simultan noch andere Parameter zur Untersuchung des Erhaltungszustandes der Rohrwandungen zur Messung verwendet werden. So können beispielsweise gleichzeitig die Auftreffgeräusche des Flüssigkeitsstrahles mit Mikrofonen registriert werden, mit deren Hilfe eine weitere Größe in Form der Erkennung der Geometrie der lädierten Stellen der Rohrwandung gewinnbar ist.

#### Patentansprüche

1. Verfahren und Vorrichtungen zur Ortung von Leckagen bei nicht metallischen (an Außen- und Innenwand nicht elektrisch leitenden) im Erdreich verlegten (Abwasser-) Rohrleitungen im nicht flüs-

sigkeitsgefüllten Zustand, unter Verwendung eines von innen über eine Düse gegen die Wandung geschleuderten Flüssigkeitsstrahles, der gleichzeitig vermöge der Verwendung einer elektrischen Stromquelle und einer im umgebenden Erdreich 5 installierten Fernerde als Träger eines durch die Leckagen hindurchfließenden elektrischen Stromes dient, dadurch gekennzeichnet, daß der Flüssigkeitsstrahl vorgegebenen Durchmessers einen frei wählbaren aber konstanten Druck aufgeprägt erhält und die sich an einer Defektstelle hinter der Außenwand im Erdreich oder in der Schüttungseinkbettung ausbildende elektrolytisch leitende Invasionszone im zeitlichen Verlauf über den Anstieg des elektrischen Stromes zur indirekten Messung 15 der in den Porenraum druckabhängig injizierten aus dem Leck austretenden Flüssigkeitsmenge verwendet wird.

2. Vorrichtung nach 1., dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeit durch Ansalzung eine höhere 20 elektrische Leitfähigkeit erhält.

3. Vorrichtung nach 1., dadurch gekennzeichnet, daß die Düse um die Rohrmitte und quer zur Rohrlängsachse rotiert und zusätzlich deren Drehpunkt in geeigneter von der Drehzahl und dem Strahldurchmesser abhängigen Geschwindigkeit längs dem Rohr entlanggezogen wird, so daß durch den Strahl die gesamte Rohrinnenfläche berührt und auf Leckhinweise abgescannt werden kann. 25

4. Vorrichtung nach 1., dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzielung einer optimalen Ausmeßbarkeit der Invasionszonen und für eine wirtschaftlich verträgliche Bearbeitung einer Rohrhaltung oder eines Rohrnetzes mehrere Düsen in einer Reihenordnung beliebig längs oder quer zur Kanalachse 35 oder längs und quer verwendet werden und daß ferner die Strahlrichtung aufgrund der Düsenorientierung beliebige Neigung gegenüber der Senkrechten zur Rohrwandung erhalten kann.

5. Vorrichtung nach 1., dadurch gekennzeichnet, daß das Spritzwasser zur Ermöglichung eines Kreislaufes wieder aufgenommen wird und hierzu sinnvoll konstruierte Auffangschirme in Düsennähe für die an der Wand reflektierten Wassermengen und sinnvoll konstruierte Aufsaugvorrichtungen 45 im Sohlbereich für die nach unten abgeflossenen Wassermengen verwendet werden.

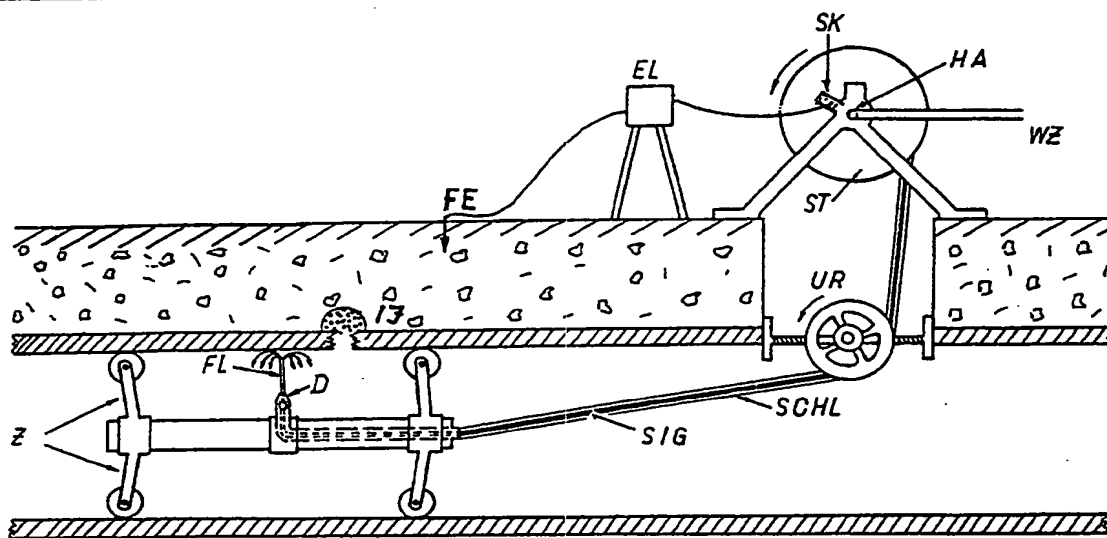
6. Vorrichtung wie nach 2. mit rotierenden sowie längsverschiebbaren Wand-abcannenden Vorkehrungen, dadurch gekennzeichnet, daß außer der Strommessung noch vermöge der Existenz von Mikrophonen nahe den Düsen die Auftreffgeräusche des Wasserstrahles zum Erhalt von Informationen über die geometrische Form der Schadstellen gemessen werden. 55

7. Vorrichtung wie nach 2., dadurch gekennzeichnet, daß der Flüssigkeitsstrahl außer mit einem elektrischen Strom vermöge der Existenz eines Schallgebers noch zusätzlich mit akustischer Energie beladen wird, deren an der Wand verursachte Reflexion beim Rücklaufen auf dem Flüssigkeitsstrahl in entgegengesetzter Richtung durch Schallsensoren aufgenommen wird und Rückschlüsse über den geometrischen Zustand der Leckagestellen und deren externe Umgebung zuläßt. 60

8. Vorrichtung wie nach 2. und 7., dadurch gekennzeichnet, daß anstelle der akustischen Erregung und Aufnahme nunmehr Geber und Aufnehmer für

elektromagnetische Wellen verwendet werden.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen



Z Schlitten-Zentralisierung  
FL Flüssigkeitsstrahl  
D Düse  
SIG Signalkabel  
I J Injektionsbereich  
FE Fernerung

SCHL Wasserschlauch  
UR Umlenkrolle  
ST Schlauchtrommel  
WZ Wasserzuführung  
HA Hydraulik-Adapter  
SK Schleifkontakte  
EL elektr. Registrierung